

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-69247

⑪ Int.Cl.<sup>4</sup>G 02 F 1/31  
1/055

識別記号

庁内整理番号

A-7348-2H  
C-7448-2H

⑬ 公開 昭和62年(1987)3月30日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑭ 発明の名称 光スイッチ

⑮ 特 願 昭60-209132

⑯ 出 願 昭60(1985)9月20日

⑰ 発 明 者	福 田	富 代	門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑰ 発 明 者	東 野	秀 隆	門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑰ 発 明 者	山 崎	攻	門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑱ 出 願 人	松下電器産業株式会社		門真市大字門真1006番地	
⑲ 代 理 人	弁理士 中尾 敏男		外1名	

## 明 細 書

## 1、発明の名称

光スイッチ

## 2、特許請求の範囲

(1) 基板上に形成した電気光学効果を有する薄膜と、前記薄膜表面に帯型の前記薄膜よりなる凸部を形成して構成した少なくとも2本の互いに交差する光導波路と、前記薄膜より小さい屈折率を有するバッファ層と、前記バッファ層上に形成された光路切り換え用の制御電極を備え、前記光導波路の入力及び出力導波路の近傍に、前記バッファ層より屈折率の高い導波路プリズムを配置したことを特徴とする光スイッチ。

(2) 電気光学効果を有する薄膜がPLZT系薄膜であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光スイッチ。

(3) 導波路プリズムが電気光学効果を有する薄膜に段差を設けて形成されたことを特徴とする特許請求範囲の第2項記載の光スイッチ。

(4) 導波路プリズムが、 $Ta_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $Al_2O_3$ 、

酸化イットリウム、酸化チタニウム、 $SiO_2$ 等の透明高屈折率材料、薄膜を積層して形成されることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の光スイッチ。

(5) 導波路プリズムを形成する薄膜が、 $Si$ 、 $GaAs$ 、 $InAs$ 、 $InSb$ 等の不透明高屈折率材料であることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の光スイッチ。

(6) 導波路プリズムにグレーティングを施したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光スイッチ。

## 3、発明の詳細な説明

## 産業上の利用分野

本発明は、光通信、光応用計測、光情報処理等の分野に利用される光スイッチに関するものである。

## 従来の技術

近年光ファイバ通信計測等において、光路を切り換える光スイッチ素子が重要なキーデバイスとして研究開発されてきている。なかでも、導波路

光スイッチ素子は数GHz以上の高速応答性を示すことで特に関心が集まっている。特にTIR(内部全反射型)と呼称される導波路光スイッチは素子が小型で高速性に富むといわれ脚光を浴びている。

第2図には従来例を示す、基板22上に設けられた交差導波路21上に屈折率の低いバッファ層を介して制御電極24を形成した構造で、リッジ型の交差導波路21につながる入力導波路21aと、出力導波路21b, 21cとからなる。電極24間に電圧を印加しない場合、入力導波路21aと導波する導波光 $\ell_1$ は直進し、出力導波路21bを経て、光ファイバ26へと伝送される。電圧を印加すると光導波路の光 $\ell_1$ は電極24による電界にもとづき、電気光学効果により出力導波路21cを導波し、光ファイバ26へ光 $\ell_2$ として伝送される。以上の動作により、光スイッチとして機能している。(特願昭59-113318号参照)

発明が解決しようとする問題点

示す要部平面図である。第1図の光スイッチは、基板上に電気光学効果を有する透明薄膜12からなる交差光導波路11を形成した後光導波路11および透明薄膜12を覆うようにバッファ層を設けてある。上記光導波路11は、薄膜12表面に帯型の上記薄膜12より成る凸部を形成したリッジ型導波路である。

本実施例では、入力、出力ともに2本ずつの光導波路を設けてある。2組の入力、出力光導波路の光入力部及び光出力部の近傍に、バッファ層より高い屈折率をもつプリズム領域17が、薄膜12上に形成されている。バッファ層を介して、導波路交叉部上に狭い電極ギャップ14'を有する電極14を具備し、ギャップ14'は直下部分の薄膜12が2組の入出力光導波路端部を結ぶ交差線の二等分線上に来るように配置されている。電極14に電圧を印加した時にスイッチすることになる。

本実施例において、電気光学材料薄膜12はPLZT( $X/Y/Z$ )薄膜 $Pb_1 - \frac{x}{100} La \frac{x}{100}$   
( $Z: \frac{y}{100} Ti \frac{z}{100}$ ) $1 - \frac{x}{400} O_3, 0 \leq x, y,$

このような従来の光スイッチでは光入力部での伝送光 $\ell_1$ は光結合効率 $\eta$ が1でないため、光導波路21a以外にも伝搬し、第2図に示すように光 $\ell_1'$ が発生した。光 $\ell_1'$ は光出力部の光ファイバ26に伝送され、消光比、分岐比を低下させるという問題点を有していた。

問題点を解決するための手段

本発明は上記問題点を解決するため、リッジ型光導波路の入力部及び出力部の近傍にバッファ層より屈折率の高いプリズム領域を設けて光 $\ell_1'$ を屈折させて伝搬方向を変え、出力光導波路近傍を伝搬しないようにするものである。

作用

本発明は上記した構成により、導波路モード以外のモードを導波路プリズムにおいて屈折させ、その進行方向を変えることで、導波モード以外のモードの光ファイバへの伝送を防ぐため、消光比、分岐比の優れた光スイッチが実現できる。

実施例

第1図は本発明の光スイッチ素子の一実施例を

$Z \leq 100, y+z=100$ )を用いた。実際にはサファイヤ基板上にPLZT(28/0/100)組成のターゲットを用いてプレーナマグネトロン・スパッタ法により、PLZT薄膜12を単結晶成長させた。膜厚は、0.35 $\mu m$ であった。次に、このPLZT系薄膜12の表面を光導波路幅20 $\mu m$ 、交差角2°となるように、フォトレジストでマスキングして、PLZT系薄膜12をイオンビームエッチング法により50nmだけエッチングを施した。このように加工するとリッジ部を有する導波路11が形成され、光はリッジ部を有する導波路に閉じ込められて伝搬することが可能となる。次にPLZT系薄膜12上に $Ta_2O_5$ をリフトオフ法でプリズム領域17となるようにパターン出しを行い、エッチングによりグレーティングを施した上に $Al_2O_3$ 添加の $Ta_2O_5$ を0.18 $\mu m$ バッファ層としてスパッタ形成した。PLZT系薄膜の屈折率は2.6、 $Ta_2O_5$ 膜の屈折率は2.1、 $Al_2O_3$ 添加の $Ta_2O_5$ 膜の屈折率は2.0であった。その上にギャップ4 $\mu m$ 、幅11.7 $\mu m$ 、長さ2 $\mu m$

の平行電極14を交差部中央に来るようにAlをリストオフ法でパターン形成した。入力光導波路となるロード11aの一端から1.3  $\mu\text{m}$ の半導体レーザー光を入射させて出力光導波路からの光出力を測定した。この結果、スイッチ電圧4.7V消光比15dBが得られ、従来のものに較べて5dB以上の改善が得られた。これは、発生したスラブモードが屈折率の高い導波路プリズム領域17により屈折し、導波路モードへの影響が避けられたからである。又導波路プリズムにグレーティングを施すことでスラブモードの減衰させることが出来る。さらに光ファイバ13, 15, 16を通じての入出力においても、消光比の改善が得られ、分岐比も改善されている。

なお本実施例では、電気光学材料としてPLZT(28/0/100)のターゲット組成から得られたPLZT膜について述べたが、電気光学特性を示す全ての組成のものを使用することが出来る。バッファ層には $\text{Al}_2\text{O}_3$ 添加の $\text{Ta}_2\text{O}_5$ を用いたが、これに限定することなく、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,

酸化イットリウム, 酸化チタニウム,  $\text{SiO}_2$  等々電気光学薄膜より屈折率が低く透明な膜であれば何でもよい。

また導波路プリズム領域17には $\text{Ta}_2\text{O}_5$ を用いたがこれはバッファ層よりも屈折率が高いもので $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  酸化イットリウム酸化チタニウム,  $\text{SiO}_2$  等の透明材料、また、 $\text{Si}$ ,  $\text{GaAs}$ ,  $\text{Ge}$ ,  $\text{InAs}$ ,  $\text{InSb}$ ,  $\text{InP}$ ,  $\text{CdTe}$  等の不透明材料でもよい。さらにPLZT薄膜に段差を設け実効屈折率を高くして形成したものでも同様の効果がみられる。

#### 発明の効果

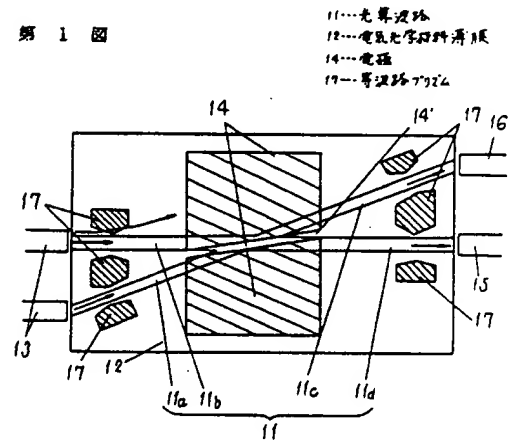
本発明により、導波路モード以外のモード発生による消光比、分岐比の低下という問題をグレーティングを施した導波路プリズム領域の設置により、消光比、分岐比の低下を改善したもので産業上の効果は大なるものである。

#### 4、図面の簡単な説明

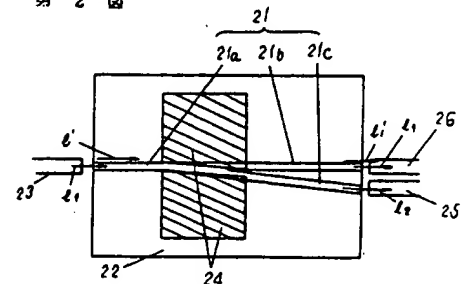
第1図は本発明の光スイッチの一実施例を示す要部平面図、第2図は従来の光スイッチの概略平面図である。

- 11……光導波路、12……電気光学材料薄膜、  
13, 15, 16……光ファイバ、14……電極、  
14'……電極ギャップ、17……導波路プリズム。  
代理人の氏名 弁理士 中 尾 敏 男 ほか1名

第 1 図



第 2 図



(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 62069247 A

(43) Date of publication of application: 30 . 03 . 87

(51) Int. Cl.

G02F 1/31  
G02F 1/055

(21) Application number: 60209132

(22) Date of filing: 20 . 09 . 85

(71) Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(72) Inventor:  
FUKUDA TOMIYO  
TONO HIDETAKA  
YAMAZAKI OSAMU

(54) OPTICAL SWITCH

electrode 14, this switch operates.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&amp;Japio

**PURPOSE:** To obtain an optical switch which is superior in quenching ratio and branch ratio by refracting light in mode other than the mode of a waveguide by a waveguide prism, and changing the traveling direction of the light and preventing it from being transmitted to an optical fiber in mode other than the waveguide mode.

**CONSTITUTION:** A crossing optical waveguide 11 made of a transparent thin film 12 having electrooptic effect is provided on a substrate and then a buffer layer is formed so as to cover the optical waveguide 11 and transparent electrode 12. The optical waveguide 11 is a ridge waveguide which have a projection part formed of the beltlike thin film 12 on the surface of the thin film 12. A prism are 17 which has a higher refractive index than the buffer layer is formed on the thin film 12 in the vicinity of the light input and output parts of two input and output light waveguides, an electrode 14 which has a narrow electrode gap 14' on the waveguide intersection part is provided across the buffer layer, and the gap 14' is so positioned that the thin film 12 right below it is on the bisector of the intersection line connecting the two input and output waveguide end parts. When a voltage is applied to an

